

工程制图

第2版

主 编 唐 菟
副主编 赵增慧 杨祖娱

北京理工大学出版社

工程制图

(第 2 版)

主 编 唐 菟
副主编 赵增慧 杨祖娱

北京理工大学出版社

内 容 简 介

本教材根据高等院校“画法几何及工程制图课程教学基本要求(非机类专业)”编写,适用于大学本科非机类专业。

本书共分 10 章,内容包括:制图的基本知识、正投影基础、立体及其表面交线的投影、轴测图、组合体的视图、机件的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、道路路线工程图。

本书采用了《技术制图与机械制图》最新的国家标准;突出了以图为主、图多字少的特点,实用性强;图与文字说明处于同一面上,有利于阅读。本书与配套的《工程制图习题集》同时出版。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/唐崑主编. —2 版. —北京:北京理工大学出版社,2001.9

ISBN 7-81045-834-5

I. 工… II. 唐… III. 工程制图—高等学校—教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 049848 号

责任印制:刘京凤 责任校对:郑兴玉

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区中关村南大街 5 号)

邮政编码 100081 电话(010)68912824

各地新华书店经售

北京市房山先锋印刷厂印刷

*

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16 印张 385 千字

2001 年 9 月第 2 版 2001 年 9 月第 2 次印刷

印数:4001—10000 册 定价:20.00 元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

前 言

工程制图是高等工科院校一门必修的技术基础课。本教材按高等院校“画法几何及工程制图课程教学基本要求(非机类专业)”编写,适用于各非机类专业。

编写此书有两个主要目的,一是适应《技术制图与机械制图》最新国家标准的推广;二是使工程制图教材更实用、使用效率更高。

本教材有以下特点:

1. 全面采用了最新的国家标准。
2. 以图为主,文字精炼。图示能表达清楚的内容便省略了文字,提高了教材的实用性。
3. 内容安排合理。本教材突出投影基础和表达方法,淡化了机械制图内容,并将尺寸注法作为一节在剖视之后讲授。

本书由唐崑副教授主编,赵增慧、杨祖娱任副主编,参加编写的有赵增慧(第1章、第2章、第3章),唐崑(绪论、第4章、第5章、第6章、第10章),杨祖娱(第8章、第9章),沈美珍(第7章)。董国耀教授为本书主审。在本书的编写过程中,得到北京印刷学院张小玲老师的帮助,编者在此表示由衷的感谢。

编 者

目 录

绪论	(1)
第1章 制图的基本知识	(2)
1.1 国家标准《技术制图》的基本规定	(2)
1.2 绘图工具和仪器	(13)
1.3 几何作图	(18)
1.4 平面图形的分析和画法	(25)
第2章 正投影基础	(30)
2.1 三视图的形成及其投影规律	(30)
2.2 点的投影	(36)
2.3 直线的投影	(40)
2.4 平面的投影	(49)
2.5 直线、平面的相对位置	(57)
第3章 立体及其表面交线的投影	(61)
3.1 平面立体	(61)
3.2 曲面立体	(71)
3.3 截交线	(76)
3.4 相贯线	(85)
第4章 轴测图	(92)
4.1 轴测图的基本知识	(92)
4.2 正等轴测图	(95)
4.3 斜二等轴测图	(106)
第5章 组合体的视图	(109)
5.1 画组合体视图	(109)
5.2 读组合体视图	(115)
第6章 机件的表达方法	(119)
6.1 视图	(119)
6.2 剖视图	(123)
6.3 断面图	(134)
6.4 尺寸注法	(136)
6.5 局部放大图和简化画法	(146)
6.6 表达方法的综合应用	(148)
6.7 第三角投影法	(149)
第7章 标准件和常用件	(152)
7.1 螺纹及螺纹紧固件	(152)

7.2 键和销	(164)
7.3 滚动轴承	(166)
7.4 齿轮	(168)
7.5 弹簧	(172)
第8章 零件图	(174)
8.1 零件图的内容	(174)
8.2 零件结构分析	(175)
8.3 零件图的视图选择	(177)
8.4 零件图的尺寸标注	(183)
8.5 技术要求	(186)
8.6 零件测绘	(194)
8.7 读零件图	(196)
第9章 装配图	(198)
9.1 装配图的内容	(198)
9.2 装配图的规定画法和表达方法	(199)
9.3 装配图中的尺寸	(201)
9.4 装配图中的零件序号和明细表	(201)
9.5 画装配图	(202)
9.6 读装配图	(206)
第10章 道路路线工程图	(210)
10.1 城市道路路线工程图	(210)
10.2 道路交叉口	(215)
附录	(221)
一、螺纹	(221)
二、常用的标准件	(224)
三、公差与配合	(235)
四、常用的金属材料与非金属材料	(243)
五、常用的热处理和表面处理名词解释	(247)
参考文献	(247)

绪 论

1. 本课程的研究对象

本课程主要研究用正投影的方法绘制和阅读工程图样。

当进行机械设计时,设计人员按照一定的绘图方法,将所设计的机器及其全部零件用图形表示在图纸上,并用文本标注出它们的大小和技术要求,这样的图纸称之为工程图样。图样是工程技术部门用来表达设计意图、指导生产的重要技术文件。

绘制工程图样(简称绘图)是根据投影原理和国家标准《技术制图》中有关的各种表达方法将机件的形状用二维图形表达在图纸上。阅读工程图样(简称读图)是根据投影原理和表达方法由二维图形想象出所表达的机件形状。

2. 本课程的性质和内容

工程制图是高等院校工科专业的一门技术基础课,本课程的内容分为三部分:

- (1) 制图的基本知识。制图的基本标准,制图工具的使用以及常用的几何作图方法。
- (2) 投影作图基础。用正投影图示各种形体的基本理论和方法。
- (3) 机械图。绘制和阅读零件图及装配图。

3. 图样在工业生产中的地位和作用

图样在工业生产中具有重要的地位和作用,它是设计的结果,是制造、检验、装配、维护的重要依据。图样广泛应用于机械、土建、道路工程、航空航天、汽车、船舶、冶金、电力、化工、水利、等诸多行业。

任何机器都是由若干个零、部件组成的,若要制造机器,首先需要通过设计或测绘来获得制造机器的图样和技术资料,然后再依据图样制造出组成该机器的全部零件,并依据图样对零件进行检验,最后组装成机器。

除了作为生产过程中的主要依据外,在国内和国际间进行技术交流中,图样也是一种必不可少的重要技术资料,故图样又被喻为“工程界的语言”。对于学习和从事工程技术专业的人员,必须学会和掌握这种“语言”。

4. 本课程的主要任务

- (1) 学习正投影法的基本原理和方法。
- (2) 培养绘制和阅读工程图样的能力。
- (3) 培养空间想象和空间分析的能力。

5. 学习方法

由于本课程实践性非常强,因此,在学习本课程时必须完成一系列的作业。在学习和完成作业的时候,需要将图形与三维空间结合,将图形与实物结合,反复对照,借助于手上的工具、仪器帮助想象,才能尽快培养画图、看图能力和空间想象力。多画图,多看图是学好本课程的最重要的方法。

第 1 章 制图的基本知识

本章介绍国家标准《技术制图》中关于图幅、比例、字体、线型的规定,掌握常用制图工具的使用方法和徒手绘图的基本要领,用制图工具绘制几何图形的方法,讲解平面图形的分析和画法。

1.1 国家标准《技术制图》的基本规定

为了适应现代化生产、管理以及便于技术交流,国家标准局制订并颁布了《技术制图》国家标准,对绘图规则、图样的画法等作了统一规定。我国国家标准的代号是“GB”,简称国标。例如 GB/T 14690—1993 为技术制图“比例”的标准,其中 14690—1993 为标准的编号,1993 表示该标准是 1993 年颁布。

本节仅介绍其中的“图纸幅面和格式”、“比例”、“字体”和“图线”,其余有关标准在后面各章节中介绍。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

在绘图时,应优先采用表 1-1 所规定的图纸幅面(如图 1.1 中粗实线所示),图纸幅面代

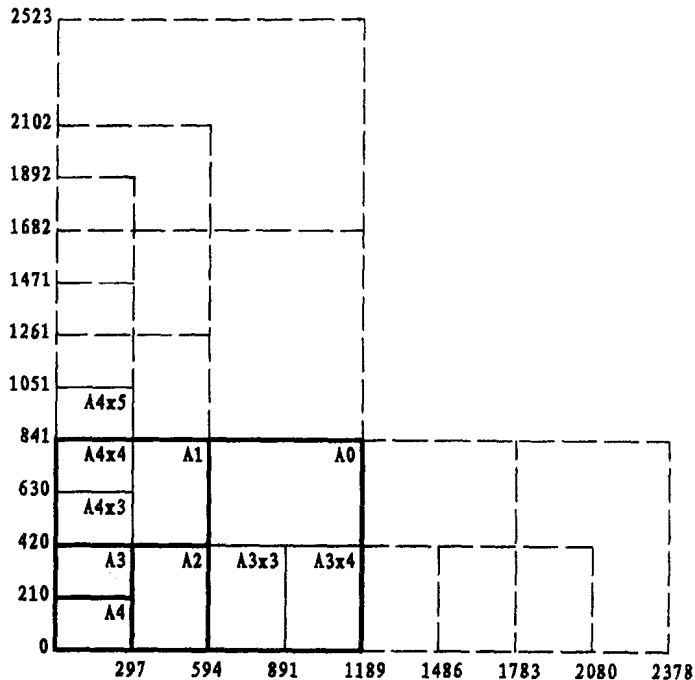


图 1.1

号有 A0、A1、A2、A3、A4 五种。必要时也允许选用表 1-2、表 1-3 所规定的加长幅面(分别见图 1.1 中的细实线和虚线所示)。

2. 图框格式

在图纸上,无论何种幅面的图样,均需用细实线画出幅面边界线,用粗实线画出图框线。其格式分为不留装订边和留装订边两种,同一产品的图样只能采用同一种图框格式。

不留装订边的图框格式如图 1.2 所示,其尺寸按表 1-4 来确定。留有装订边的图框格式如图 1.3 所示,其尺寸也按表 1-4 的规定。

加长幅面的图框尺寸,按所选用的基本幅面大 1 号的图框尺寸确定。例如 A3×4 的图框尺寸,应按 A2 的图框尺寸绘制,即 e 为 10 或 c 为 10。

表 1-1 (第一选择) 单位:mm

幅面代号	尺寸 B×L
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

表 1-2 (第二选择) 单位:mm

幅面代号	尺寸 B×L
A3×3	420×891
A3×4	420×1189
A4×3	297×630
A4×4	297×841
A4×5	297×1051

表 1-3 (第三选择) 单位:mm

幅面代号	尺寸 B×L	幅面代号	尺寸 B×L
A0×2	1189×1682	A3×5	420×1486
A0×3	1189×2523	A3×6	420×1783
A1×3	841×1783	A3×7	420×2080
A1×4	841×2378	A4×6	297×1261
A2×3	594×1261	A4×7	297×1471
A2×4	594×1682	A4×8	297×1682
A2×5	594×2102	A4×9	297×1892

表 1-4 图纸幅面及图框尺寸 单位:mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

3. 标题栏(GB/T 10609.1—1989)

图纸的右下角都必须画有标题栏,如图 1.2 和图 1.3 所示。

(1) 标题栏的构成 标题栏通常由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成,如图 1.4

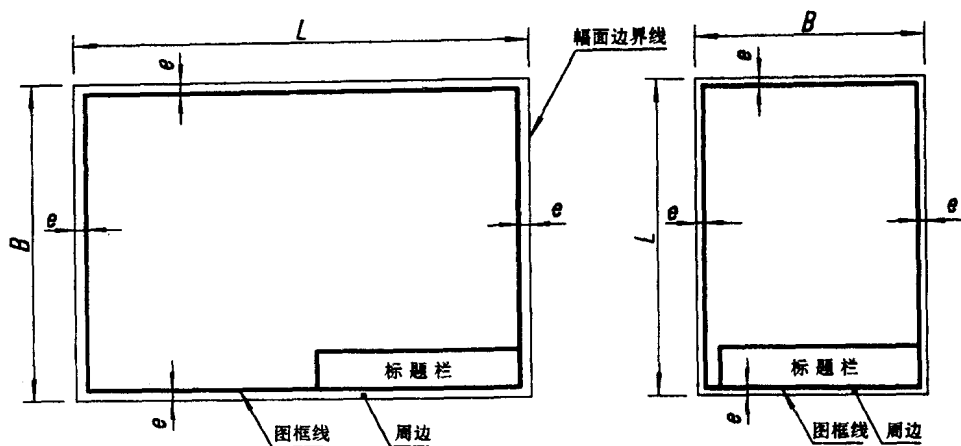


图 1.2

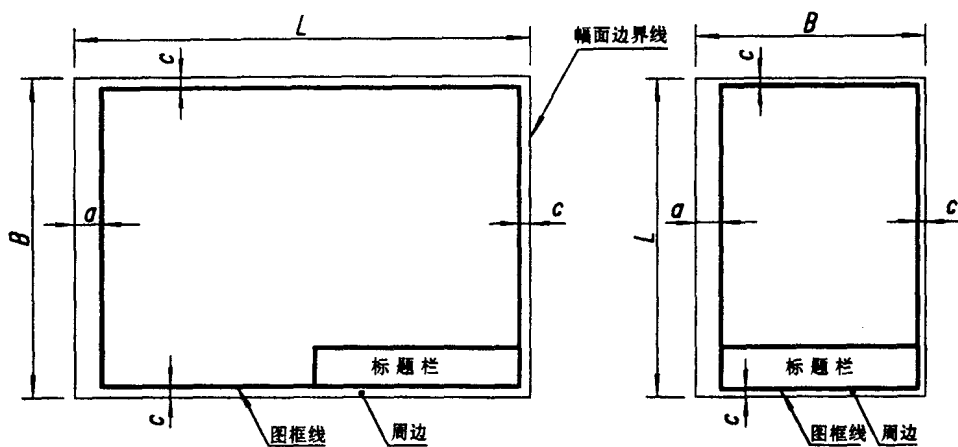


图 1.3

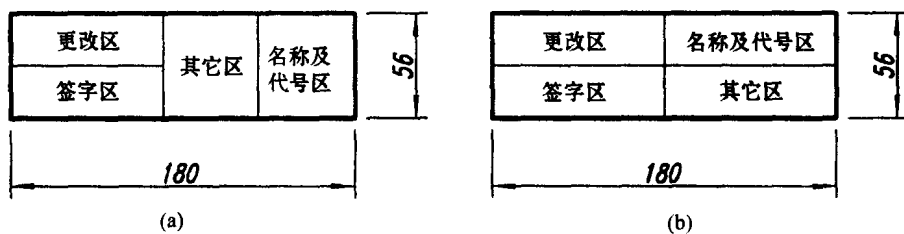


图 1.4

所示。也可按实际需要增加或减少。更改区一般由更改标记、处数、分区、更改文件号、签名和日期组成。签字区一般由设计、审核、工艺、标准化、批准、签名和日期组成。其他区一般由标记、阶段标记、重量、比例、共 张、第 张等组成。名称及代号区一般由单位名称、图样名称和图样代号组成。

(2) 标题栏的尺寸与格式 标题栏的尺寸与格式有两种,如图 1.4(a)、(b)所示。当采用图 1.4(a)的形式配置标题栏时,名称及代号区中的图样代号应放在该区的最下方,如图 1.5 所示。图 1.5 是企业图样使用的标题栏参考格式,在制图作业中可采用图 1.6 所示的简化格式。简化的标题栏外框是粗实线,其右边和底边与图框重合,框内为细实线。

180										(单位名称)		56
						(材料标记)			(图样名称)			
标记	处数	分区	更改文件号	签名	年 月 日	阶段标记				重量	比例	
设计	(签名)	(年 月 日)	标准化	(签名)	(年 月 日)							
审核						第 张 共 张						
工艺				批准								
										(图样代号)		

图 1.5

			15	35	15	20	4x8 (=32) 8
(图名)			图号		质量kg		
			材料		比例		
制图			(校名)				
审核							
15	20	20	140				

(a) 零件图用标题栏

序号	名称	数量	材料	单 质量 kg	总	备注
(图名)		(图号)		质量kg		
				比例		
制图			(校名)			
审核						

(b) 部件图、装配图用标题栏

图 1.6

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

1. 比例的概念

图样的比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。图样比例分原值比例、放大比例、缩小比例三种。根据机件的大小与结构的不同,绘图时可根据情况放大或缩小。为了能使图样直接反映出机件的大小,绘图时应尽量采用 1:1 的比例。采用的比例应从表 1-5 规定的系列中选取,必要时也允许选用表 1-6 中规定的比例。

2. 比例的有关规定

(1) 无论采用哪种比例值,图形上所标注的尺寸数值必须是机件的实际大小,与图形的比例无关,如图 1.7 所示。

(2) 绘制同一机件的各个视图一般应采用相同的比例,并填写在标题栏中的比例栏内,例如 1:5。当某个视图采用不同于标题栏内的比例时,可在视图名称的下方或右侧另行标注,例如:

$\frac{I}{5:1}$

$\frac{A}{1:200}$

$\frac{B-B}{3:1}$

平面图 1:100

表 1-5 一般选用的比例

种 类	比 例		
原值比例	1:1		
放大比例	5:1	2:1	
	$(5 \times 10^n):1$	$(2 \times 10^n):1$	$(1 \times 10^n):1$
缩小比例	1:2	1:5	1:10
	$1:(2 \times 10^n)$	$1:(5 \times 10^n)$	$1:(1 \times 10^n)$

表 1-6 允许选用的比例

种 类	比 例				
放大比例	4:1		2.5:1		
	$(4 \times 10^n):1$		$(2.5 \times 10^n):1$		
缩小比例	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:(1.5 \times 10^n)$	$1:(2.5 \times 10^n)$	$1:(3 \times 10^n)$	$1:(4 \times 10^n)$	$1:(6 \times 10^n)$

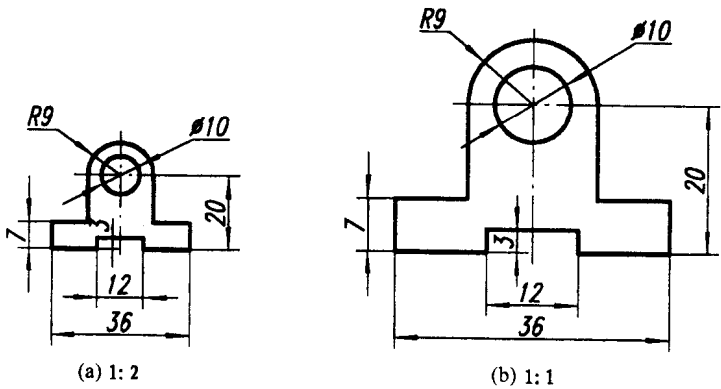


图 1.7

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样上的字体包括汉字、字母和数字三种。书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的高度称为字体的号数。字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 mm 等 8 种。若需要书写大于 20 号的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

字母和数字的字体分斜体和直体两种。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。汉字只能写成直体。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字,并采用国务院正式公布推行的简化字。汉字的高度(h)不应小于 3.5 mm,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体的书写要领是:横平竖直,注意起落,结构匀称,填满方格。

(1) 基本笔划的书写方法 基本笔划有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折等,写法示例如图 1.8 所示。若想书写出合乎标准的长仿宋体字,必须要掌握其基本笔划的特点及运笔方法,每一笔划要按一定的运笔方法一笔写成,不宜勾描。

(2) 汉字的字形结构 汉字除单体字外,一般由上、下或左、右几部分组成,常见的情况是各部分分别占整个汉字宽度或高度的 $1/2$ 、 $1/3$ 、 $2/3$ 、 $2/5$ 、 $3/5$ 等,如图 1.9 所示。为了使书写的长仿宋体结构匀称,要注意字首、偏旁以及笔划间的位置安排和比例关系。

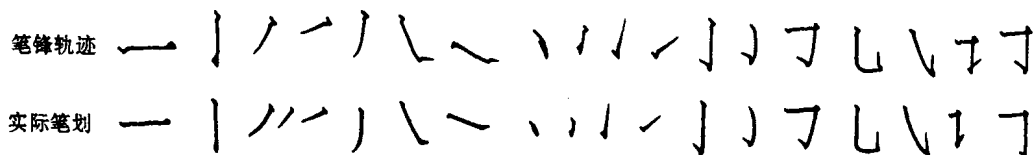


图 1.8



图 1.9

(3) 长仿宋体汉字示例 图 1.10 给出了一些长仿宋体示例,读者可照此模仿书写。开始练习时不要凭想象书写,应按照标准字样,仔细分析其字形结构进行模仿。

机械图样中书写汉字、数字、字母必须做到
字体端正,笔画清楚,排列整齐,间隔均匀

滚动轴承 齿轮 键 销 螺栓 螺母 垫圈 法兰 弹簧 热处理

图 1.10

长仿宋字在图样中通常采用横式书写,为了得到好的宏观效果,字体之间的排列,行距应比字距大。字距一般为字宽的 $1/4$,行距为字高的 $2/3$ 。为了使长仿宋体的字形结构合理,写字前可用较硬的铅笔(如 3H)轻轻画出字格,写时注意填满方格;用 HB 铅笔书写字体比较合适。

2. 数字和字母

字母和数字分 A 型和 B 型,在同一张图上只允许采用同一种型式的字体。A 型与 B 型字体的笔划宽度(d)分别为字高(h)的 $1/14$ 和 $1/10$ 。

工程上常用的数字有阿拉伯数字和罗马数字,其示例见图 1.11。字母有拉丁字母和希腊字母,其示例见图 1.12。数字和字母常用斜体。用作指数、脚注、极限偏差、分数等的数字及字母一般应采用小一号的字体,见图 1.13。



图 1.11



α β γ δ ε ζ η θ ι

κ λ μ ν ξ ο π ρ σ

τ υ φ χ ψ ω

图 1.12

R3 2×45° M24=6H

$\Phi 20_{-0.023}^{+0.010}$ $\Phi 15_{-0.011}^0$

78±0.1 10Js5(±0.003)

Φ65H7 10f6 3P6 3p6

90 $\frac{H7}{f6}$ Φ9H7/c6

图 1.13

1.1.4 图线(GB/T 17450—1998)

1. 图线的有关规定

国标(GB/T 17450—1998)规定了图线的名称、型式、结构、标记和画法规则,如表 1-7 所

示。图线的形状可以是直线或曲线、连续或不连续线,01 是连续线,02~15 是不连续线,不连续线由点、长度不同的画和间隔等线素构成。

手工绘图时各线素的长度应符合表 1-8 的规定。

图线的宽度 d 应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择:0.13mm;0.18mm;0.25mm;0.35mm;0.5mm;0.7mm;1mm;1.4mm;2mm。

粗线、中粗线、细线的宽度比率为 4:2:1。

机械图样中多采用两种图线宽度,粗线或中粗线宜在 0.5~1mm 之间,建议同学们在学习中选用(0.25 和 0.5)、(0.35 和 0.7)、(0.5 和 1)的线宽。

表 1-7 基本线型

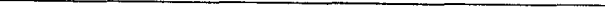
代码 No.	基本线型	名 称
01		实线
02		虚线
03		间隔画线
04		点画线
05		双点画线
06		三点画线
07		点线
08		长画短画线
09		长画双短画线
10		画点线
11		双画单点线
12		画双点线
13		双画双点线
14		画三点线
15		双画三点线

表 1-8 图线的线素

线素	线型 No.	长度
点	04~07, 10~15	$\leq 0.5d$
短间隔	02, 04~15	$3d$
短画	08, 09	$6d$
画	02, 03, 10~15	$12d$
长画	04~06, 08, 09	$24d$
间隔	03	$18d$

2. 图线的应用

表 1-9 列出了机械图样中常用图线的基本线型和应用(参考 GB/T4457—1984 和 ISO128—20)。

设各类粗线线宽 $d_1 = 0.7 \text{ mm}$; 则各类细线线宽 $d_2 = 0.35 \text{ mm}$;

细线各线素的长度为: 点 $\leq (0.5 \sim 1) d_2 = 0.2 \sim 0.35 \text{ mm}$

画 $\leq (12 \sim 13) d_2 = 4.2 \sim 4.55 \text{ mm}$

长画 $\leq (24 \sim 25) d_2 = 8.4 \sim 8.75 \text{ mm}$

短间隔 $\leq (3 \sim 4) d_2 = 1.05 \sim 1.4 \text{ mm}$

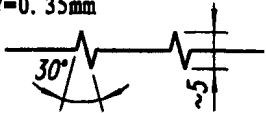
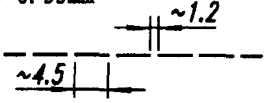
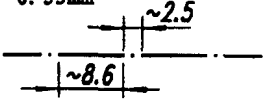
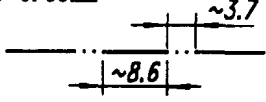
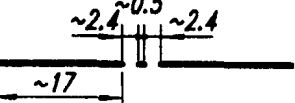
粗线各线素的长度为: 点 $\leq (0.5 \sim 1) d_1 = 0.35 \sim 0.7 \text{ mm}$

长画 $\leq (24 \sim 25) d_1 = 16.8 \sim 17.5 \text{ mm}$

短间隔 $\leq (3 \sim 4) d_1 = 2.1 \sim 2.8 \text{ mm}$

图 1.14 及图 1.15 说明了图线的用法。

表 1-9 图线画法和应用

代 码	名 称	基本线型	应 用
01.2	粗实线	$d=0.7\text{mm}$ 	可见轮廓线; 可见棱边; 螺纹牙顶线及终止线
01.1	细实线	$d=0.35\text{mm}$ 	尺寸线; 尺寸界线; 指引线; 剖面线; 重合剖面的轮廓线; 螺纹牙底线; 弯折线; 辅助线
	波浪线	$d=0.35\text{mm}$ 	断裂处的边界线; 剖视与视图的分界线
	细双折线	$d=0.35\text{mm}$ 	断裂处的边界线;
02.1	细虚线	$d=0.35\text{mm}$ 	不可见轮廓线; 不可见棱边
04.1	细点画线	$d=0.35\text{mm}$ 	轴线; 中心线; 对称线; 齿轮节圆
05.1	细双点画线	$d=0.35\text{mm}$ 	相邻辅助零件的轮廓线; 极限位置轮廓线; 中断线; 假想投影轮廓线
04.2	粗点画线	$d=0.7\text{mm}$ 	有特殊要求的线或表面的表示法